

В. А. ГУЖВА, канд. техн. наук,
П. А. МАРИНЧЕВ, студент НТУ «ХПИ»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ГЛАВНЫХ КОМПОНЕНТ В ЗАДАЧЕ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЛИЧНОСТИ ПО ФОТОРОБОТУ

Наведено результати дослідження можливості ідентифікації особи по фотороботу із використанням методу головних компонент. Пропонується підхід щодо попередньої обробки зображень на основі геометричних закономірностей розташування рис обличчя, а також щодо формального опису особливих їх примет. Розглядається можливість зменшення вихідної кількості автоматично побудованих фотороботів.

Приведены результаты исследования возможности идентификации личности по фотороботу с использованием метода главных компонент. Предлагается подход к предварительной обработке изображений на основе геометрических закономерностей расположения черт лица, а также к формальному описанию их особенных характеристик. Рассматривается возможность уменьшения числа автоматически построенных исходных фотороботов.

An ability of person identification by facial composites using the principal component analyses method investigation's results are given. Approaches to pretreatment of images using facial shapes location rules and formal describing of face features are suggested. An ability of automatically constructed facial composites basic amount's decreasing is examined.

Введение. Наличие фоторобота преступника является весомым фактором в успешном расследовании большинства преступлений. Современный уровень развития информационных технологий предоставляет все больше возможностей как для совершенствования способов составления фотороботов, так и для скорейшей идентификации личности. Однако, если составление самого фоторобота не вызывает практически никаких затруднений, то идентификация полученного изображения по-прежнему остается слабым звеном в процессе проведения следственно-розыскных мероприятий. Это связано с тем, что имеющаяся у правоохранительных органов база данных людей очень велика, а сам процесс поиска в базе данных лиц «похожих» на фоторобот выполняется в большинстве случаев вручную.

Постановка задачи. Следует отметить, что на данный момент существует программное обеспечение, позволяющее определенным образом проиндексировать подобную базу данных: закрепить за каждым изображением определенную информацию – цвет лица, наличие или отсутствие усов, бороды и других особенных черт лица. Это позволяет сузить круг поиска лиц на этапе сравнения сформированного фоторобота. Но такая индексация не всегда возможна, в отличие от индексации элементов фоторобота. За каждым элементом изображения можно закрепить информацию о том, что это за элемент лица, каковы его особенные черты, какова его расовая принадлежность и т.д. Подобная индексация дает

возможность формировать различные фотороботы, соответствующие одному и тому же описанию преступника, т.к. одно и то же описание элемента лица может подходить под несколько имеющихся изображений. Так, например, если свидетель описал нос разыскиваемого человека, как «прямой с горбинкой», то под это описание может так же подойти «широкий прямой нос с горбинкой», «узкий прямой нос с горбинкой» и т.д. Конечно, чем точнее и подробнее будет описан нос, тем меньше будет вариантов. Но на практике, если речь идет, например, о преступлении, свидетели редко помнят мелкие детали лица подозреваемого. Они помнят в основном только общие черты лица. Реальные же фотографии разыскиваемых людей могут содержать те особенности элементов лица, которые по каким-либо причинам не были упомянуты при описании. Возникновение подобных нюансов при проведении следственно-розыскных мероприятий очень замедляет поиск или идентификацию личности, а уменьшение исходного числа лиц, среди которых следует искать описанную личность – по-прежнему очень актуально.

Возникает задача построения инструментария для автоматического составления фотороботов, учитывающего описанные выше особенности, позволяющего подвергать составленные фотороботы автоматической идентификации.

Подход к идентификации по фотороботу. В ряде зарубежных работ [1] описывается применение метода главных компонент для идентификации личности по изображению лица. Алгоритм идентификации с помощью данного метода можно описать следующей последовательностью действий. Вначале формируется база лиц обучающего набора. Затем, применяя метод главных компонент к этому набору, получают его «собственные лица»[1]. Далее получают координаты изображений в базисе «собственных лиц». Изображение лица, подвергаемое идентификации, так же раскладывается по базису из «собственных лиц». Далее находят минимальное расстояние между тестируемым изображением лица и изображениями из обучающего набора в пространстве лиц. Изображение обучающего набора, имеющее наименьшее Евклидово расстояние до тестируемого изображения в пространстве лиц, будет идентифицировано, как тестируемое изображение.

Исследование практического применения данного метода выявило его чувствительность к условиям съемки изображений лиц, так как в основе данного метода лежит оценка вариации значений соответствующих пикселей сравниваемых изображений. Улучшением качества идентификации в этом случае может служить предварительная обработка изображений – удаление фона, выделение основных контуров изображения, а также изменение ориентации изображений относительно друг друга [2].

Установлено, что в расположении черт лица человека друг относительно друга существует определенная закономерность[3]. Размеры определенных элементов лица человека подчиняются соотношению «золотого сечения»: высота лица / ширина лица; центральная точка соединения губ до основания

носа / длина носа; высота лица / расстояние от кончика подбородка до центральной точки соединения губ; ширина рта / ширина носа; ширина носа / расстояние между ноздрями; расстояние между зрачками / расстояние между бровями. Известно также, что хотя данные пропорции справедливы как для мужского типа лица, так и для женского, сами изображения лица мужчины и женщины все же отличаются друг от друга.

Приведенные выше пропорции позволили сформировать «маски» типичных изображений лиц мужчины и женщины (рис. 1). Ставя в соответствие центры зрачков на маске – центрам зрачков на изображении, вычисляется необходимый коэффициент масштабирования размеров исходного изображения к размерам маски. Вычисленный коэффициент позволяет преобразовать все изображения лиц к одному размеру (размеру маски). Координаты каждого элемента фоторобота следует так же задавать относительно центра используемой маски, тогда при автоматическом составлении фоторобота (на основе словесного описания) каждый элемент лица «станет» на свое место.

Соответствие расположения элементов фоторобота и элементов лица реальной фотографии очень важно для положительной идентификации методом главных компонент.

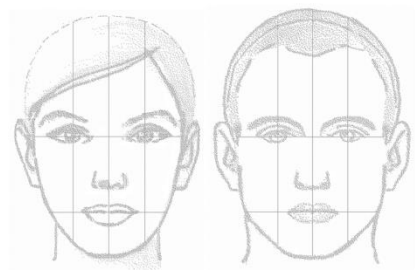


Рисунок 1 – «Маски» женского и мужского лица

В ряде работ [4,5] говорится о возможности идентификации одновременно по нескольким фотороботам, построенным на основании одного и того же словесного описания. Следует отметить, что подобное возможно, при индексировании базы данных элементов фотороботов способом, описанным выше. Остановимся более подробно на способе индексации элементов на практике.

Для закрепления за элементом изображения особых свойств, предлагается ввести особую бинарную систему принадлежности ему того или иного свойства. У каждого элемента есть свойства, общие для всех элементов: «тип», расовая принадлежность, возрастная категория, пол. Под «типом» подразумевается название элемента: нос, уши, глаза и т.д. Каждый элемент имеет также индивидуальные характеристики, свойственные только

ему. В основе предлагаемой системы лежит представление свойств элемента в виде двух битовых масок, характеризующих его общие и индивидуальные свойства. Каждый бит в маске отвечает за наличие того или иного свойства. Подобное представление характеристик элементов позволяет отфильтровать огромную базу данных изображений. На основании словесного описания составляется общая и индивидуальные маски-фильтры (для каждого типа маска фильтрации своя), далее выполняется фильтрация элементов, подходящих под маски-фильтры. Если биты общей и индивидуальной маски элемента совпадают с соответствующими битами масок-фильтров, такой элемент проходит фильтр и участвует в последующей генерации фоторобота. Профильтровав все имеющиеся элементы, и найдя среди них те, которые соответствуют сформированным маскам, автоматически составляются различные комбинации фотороботов, имеющих в своем составе выбранные элементы.

Для хранения общих свойств элемента предлагается выделить 32 бита:

14 бит – тип элемента;

4 бита – расовая принадлежность;

5 бит – возрастная принадлежность;

2 бита – половая принадлежность.

Большинство элементов лица человека имеют «подтипы». Так, например, элемент «рот» имеет подтипы: «губы», «форма губ», «уголок рта». Каждый подтип имеет свои свойства: губы могут быть тонкими или толстыми, линия губ «в форме сердца», «косые губы», «заячья губа», а уголок рта может быть направлен вверх или вниз. Предлагается следующая система бит:

29 бит – на значение бит в подтипе;

12 бит – на подтипы для типа.

Отметим, что распределение битов в подтипе индивидуально для каждого типа.

Описанный выше механизм фильтрации при достаточно подробном словесном описании позволяет получить 5-6 возможных вариантов для каждого из элементов лица. При наличии 14 элементов лица, можно получить 6^{14} фотороботов (уникальных комбинаций элементов), отличающихся друг от друга только лишь одним элементом лица. Данное значение весьма велико. Идентификация по такому числу фотороботов с трудом осуществима на практике.

Решить проблему по уменьшению количества фотороботов предлагается следующим образом. В работе [5] установлено, что наиболее точно люди описывают «глаза», «рот» и «нос». Остальные детали лица играют в точности описания личности не такую важную роль. Предлагается использовать уникальные комбинации только из этих элементов, а остальные элементы фоторобота выбирать из отфильтрованного набора случайным образом. Желательно, чтобы выборка остальных элементов осуществлялась с достаточно большой дисперсией. В результате, при условии, что было

получено по 6 вариантов элементов для «глаз», «рта» и «носа», мы будем иметь 6^3 уникальных комбинаций. В общем случае, если количество вариантов для каждого типа разное, число уникальных комбинаций вычисляется по формуле:

$$A = \prod_{i=1}^n k_i, \quad (1)$$

где n – количество типов;

k_i – количество вариантов i -того типа.

Применение предложенного подхода. Взяв за основу изложенные выше принципы, в рамках данной работы было разработано программное обеспечение на языке программирования Java, позволяющее составлять фотороботы на основе словесного описания и подвергать их идентификации (см. рис. 2).

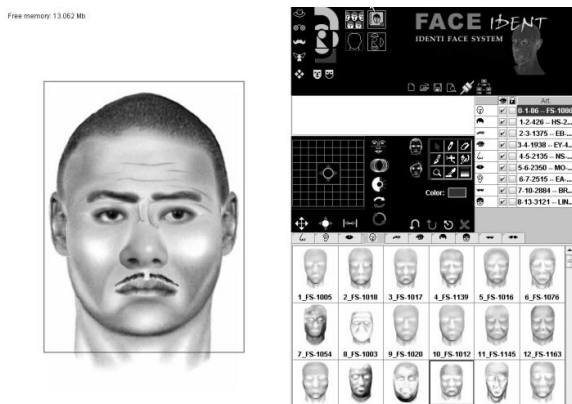


Рисунок 2– Рабочее окно программного обеспечения

В программном обеспечении также реализованы функции манипулирования элементами фоторобота – изменение их размера, яркостных характеристик, ориентации, а также элементы графического редактора для создания специальных эффектов отдельных изображений.

Для тестирования разработанного программного обеспечения была сформирована база данных из 136 различных лиц. Для формирования базы данных было задействовано 34 человека. Для формирования элементов фотороботов было задействовано 3096 изображений различных элементов лица. Было сформировано 10 различных словесных описаний личностей, имеющихся в тренировочной базе данных лиц. В 9-ти из 10-ти случаев среди предложенных системой наиболее похожих на фотороботы лиц из

тренировочной базы находилось изображение лица, по которому составлялось исходное описание (рис. 3).

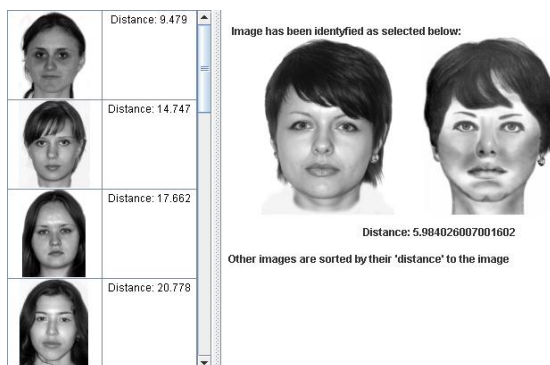


Рисунок 3– Результаты идентификации

Закключение. Результаты исследования говорят о том, что описанный подход к идентификации применим на практике, и дает весьма хорошее первое приближение к точному результату идентификации. Отдельного внимания заслуживает исследование возможности получения минимального набора уникальных фотороботов, описывающих наибольшую часть дисперсии отдельных черт лица человека. Разработанное программное обеспечение может стать весьма полезным в работе с большими (имеющими более 10^4 изображений лиц) базами данных. Следует, однако, отметить, что в любом случае, окончательное решение об идентификации той или иной личности следует принимать человеку, использующему разработанный программный комплекс.

Список литературы: 1. Turk M., Pentland A. Eigenfaces for Recognition // Journal of Cognitive Neuroscience.– 1991.– vol.3.– №1.– p.71-86. 2. Hancock P.J.B., Bruce V., Burton A. M. Recognition of unfamiliar faces // Trends in Cognitive Sciences.– 2000.– vol.4.– p.330-337 3. Frowd C.D., Bruce V., McIntyre A. Adding holistic dimensions to a facial composite system // Papers of 7th International Conference Automatic Face and Gesture Recognition.– 2006.– p.183-188 4. Nicola B., Graham P. Does the presentation of multiple facial composites improve suspect identification? // Applied Cognitive Psychology.– 2004.– vol.20– p.213-226 5. MacLin O.H., Tapscott R.L., Malpass R.S. The development of a computer system to collect descriptions of culprits // Applied Cognitive Psychology.– 2002.– vol.16– p.937-945

Поступила в редколлегию 10.04.07